



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



MINAMBIENTE



Programa Paisajes de Conservación

HITO 7.3 PROPUESTA DE MONITOREO

Reporte del Convenio No. CLP-044-G-LO-044

Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt

30 de Enero de 2016

Esta publicación fue producida para revisión de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. Este documento fue preparado por el Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt para Patrimonio Natural Fondo para la Biodiversidad y Áreas Protegidas para completar las actividades bajo el convenio No. CLP-044-G-LO-044



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



MINAMBIENTE



Programa Paisajes de Conservación

I COMPONENTE DE AVES

Por Juan Luis Parra



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



MINAMBIENTE



Programa Paisajes de Conservación

1.1 Introducción

El bosque seco es uno de los ecosistemas más amenazados por la transformación de coberturas. Hoy en día, menos del 5% de la extensión total del bosque seco existe aún de manera completamente fragmentada y es desconocido cuanto de la totalidad de la biodiversidad asociada a estos ecosistemas haya desaparecido. Grandes esfuerzos se han establecido para proteger, restaurar e incentivar la conectividad entre fragmentos de bosque seco y el éxito de cada una de estas estrategias solo puede ser cuantificado a través del monitoreo de poblaciones, comunidades, ecosistemas y paisajes (Franklin 1993). El presente documento plantea una propuesta para un monitoreo de poblaciones de aves asociadas al bosque seco en la región Caribe Colombiana.

Monitoreo según Yoccoz, Nichols y Boulinier (2001) se refiere al proceso de recopilar información acerca de una variable de estado (por ejemplo, la abundancia o distribución de una especie) sobre un sistema de interés con el fin de evaluar el estado de un sistema a través del tiempo y poder hacer predicciones sobre los cambios a futuro. La mayoría de los sistemas son altamente dinámicos y su comportamiento depende a su vez del estado de otras variables (por ejemplo, la abundancia de la mayoría de organismos depende de los recursos disponibles y la distribución depende de la heterogeneidad ambiental). Monitorear el estado de las poblaciones de aves de bosque seco de la región Caribe Colombiana es un gran desafío que requiere de recursos económicos, personal capacitado, acceso a diferentes localidades, y capacidad analítica de la información (Dawson y Efford 2009). Los recursos económicos son quizás la mayor limitante en la gran mayoría de estos trabajos, así que metodologías efectivas a bajo costo son preferidas sobre metodologías con mayor precisión pero más demandantes de datos y por lo tanto también de dinero.

Otro obstáculo en el monitoreo de poblaciones de vertebrados es ocasionado por la detección imperfecta (Pollock et al. 2002, Mark y Schmid 2004). El problema de la detección interviene en el monitoreo de casi cualquier organismo incluyendo plantas. Este problema se refiere al hecho de que en muchas ocasiones, a pesar de que un organismo puede ocupar un lugar en un tiempo determinado, nuestros métodos no son efectivos para detectarlo, generando las llamadas ‘falsas ausencias’. Ausencias que no son reales y que de utilizarlas en nuestros análisis como ausencias reales generarían un error o sesgo en nuestras inferencias. Otra dificultad adicional es que la detección de una especie no es constante y puede variar en el tiempo y espacio dependiendo de



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



MINAMBIENTE



Programa Paisajes de Conservación

otras covariables. Por ejemplo, la gran mayoría de especies de aves en regiones tropicales son detectadas de manera auditiva y la mayoría de especies de aves cantan al amanecer, entre 6 y 8 de la mañana. Por lo tanto, la probabilidad de detectar a un ave es mayor a estas horas que a cualquier otra hora del día. Lo mismo ocurre en el espacio, si tratamos de detectar un ave en el borde de un bosque de manglar versus dentro del bosque, seguro será más fácil visualizarla en el primero. Por lo tanto, es necesario considerar la detección y su variación con el fin de hacer inferencias exactas.

Es esencial definir la variable de estado de interés a monitorear. En este caso particular nosotros proponemos el monitoreo de la distribución, ocupación y abundancia de una serie de especies focales. La selección de estas especies se justifica por su asociación con bosque seco y su facilidad de detección, de manera que las inferencias puedan tener mayor precisión. La ocupación indica la probabilidad de que una unidad de muestreo (un punto de conteo por ejemplo) está ocupada por una especie (presencia) o la proporción de las unidades de muestreo dentro del área de estudio que son ocupadas por la especie (MacKenzie et al. 2002). El término se refiere solo a presencia/ausencia de especies en una red de fragmentos, no dice nada acerca de si las poblaciones son viables o no, a pesar de que está relacionado íntimamente con la teoría de metapoblaciones y la persistencia de estas a través del tiempo (Levins 1969, Hanski 1994, Hanski y Gilpin 1997). Los modelos de ocupación permiten además hacer inferencias sobre la abundancia de una especie a partir de registros del número de individuos detectados de cada especie por unidad de muestreo. Por último, si las covariables tanto de detección como de ocupación pueden ser mapeadas en un área específica, en este caso, la región Caribe en Colombia, sería posible mapear tanto la ocupación como la abundancia de estas especies en el Caribe, permitiendo no solo tener una idea acerca del estado del sistema a través del tiempo sino también su variación espacial.

La propuesta presentada en este documento consiste de una serie de objetivos explícitos que definen qué se va a monitorear, cómo, y cuáles son las herramientas analíticas para el procesamiento de los datos.

Objetivos

1. Estimar la detección y ocupación de varias especies de aves en temporada seca y húmeda durante al menos tres años en varios fragmentos de bosque seco en la región Caribe.
2. Estimar la abundancia de varias especies de aves en temporada seca y húmeda durante al menos tres años en varios fragmentos de bosque seco en la región Caribe.
3. Relacionar la ocupación y abundancia de varias especies de aves con variables del paisaje que cambian en el tiempo y en el espacio.
4. Determinar tendencias en la colonización, extinción y abundancia de varias especies de aves en fragmentos de bosque seco en la región del Caribe Colombiano.



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



MINAMBIENTE



Programa Paisajes de Conservación

1.1.1 Metodología

La metodología está organizada de acuerdo a los objetivos planteados de manera que sea claro el proceso en cada paso. Lo primero antes de describir la metodología detrás de cada objetivo es definir la lista de especies focales. Con base a los resultados obtenidos durante los muestreos preliminares del Convenio y presentados en los productos 6 y 7, proponemos el siguiente grupo de 12 especies:

1. Orden: Passeriformes; Familia: Pipridae; Especie: *Chiroxiphia lanceolata*
2. Orden: Galliformes; Familia: Cracidae; Especie: *Ortalis garrula*
3. Orden: Passeriformes; Familia: Thamnophilidae; Especie: *Thamnophilus melanonotus*
4. Orden: Passeriformes; Familia: ; Especie: *Cardinalis phoeniceus*
5. Orden: Piciformes; Familia: Picidae; Especie: *Picumnus cinnamomeus*
6. Orden: Passeriformes; Familia: Tyrannidae; Especie: *Atalotriccus pilaris*
7. Orden: Passeriformes; Familia: Fringillidae; Especie: *Euphonia trinitatis*
8. Orden: Passeriformes; Familia: Corvidae; Especie: *Cyanocorax affinis*
9. Orden: Coraciiformes; Familia: Galbulidae; Especie: *Galbula ruficauda*
10. Orden: Passeriformes; Familia: Thamnophilidae; Especie: *Thamnophilus atrinucha*
11. Orden: Passeriformes; Familia: Thamnophilidae; Especie: *Myrmeciza longipes*
12. Orden: Passeriformes; Familia: Troglodytidae; Especie: *Campylorhynchus griseus*

Es importante aclarar que estas especies no excluyen la posibilidad de incorporar otras o de realizar censos para toda la comunidad de aves. Sin embargo, esto requeriría un mayor esfuerzo y sobre todo contar con personal sumamente capacitado para la detección de una gran cantidad de especies. Es importante también aclarar que la ausencia de algunas de estas especies no debe ser interpretada como señal de mal hábitat necesariamente ya que algunas tienen restricciones en su distribución como por ejemplo *Cardinalis phoeniceus* y las dos especies de *Thamnophilus*.

1. *Estimar la detección y ocupación de varias especies de aves en temporada seca y húmeda durante al menos tres años en varios fragmentos de bosque seco en la región Caribe.*

Para estimar la ocupación considerando la detección de las especies, es necesario implementar una metodología que nos permita estimar la probabilidad de detección de una especie, y dada esta probabilidad de detección, estimar la ocupación. Los modelos jerárquicos de ocupación nos permiten inferir los parámetros de interés: la ocupación y detección y sus relaciones con covariables de interés. La metodología consiste en muestreos repetitivos de un mismo lugar, donde se evalúa si una especie es o no detectada. Bajo la suposición de que durante el periodo



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



MINAMBIENTE



Programa Paisajes de Conservación

de muestreo, la ocupación de un lugar no varía, los muestreos repetitivos nos permiten estimar la probabilidad de detección de un organismo dada su presencia en un lugar. Se recomienda realizar cuatro repeticiones en al menos 30 unidades de muestreo que representen diferentes particularidades del sistema. Ya que se tiene un mapa de bosque seco para el país, sería posible elegir fragmentos de bosque seco de manera aleatoria para su muestreo. El bosque seco es altamente estacional y por lo tanto se recomienda realizar un muestreo de dos estaciones durante cada año, uno en el verano en los meses de Enero y Febrero y otro en la época de lluvias en los meses de Abril y Mayo. Se recomiendan hacer puntos de conteo de al menos 100 m de radio, donde se registre el número de individuos detectados (visual y auditivamente) durante un intervalo de tiempo de 20 minutos. Los censos deben ser realizados entre las 5:50 y las 8:30 de la mañana.

2. Estimar la abundancia de varias especies de aves en temporada seca y húmeda durante al menos tres años en varios fragmentos de bosque seco en la región Caribe.

Los mismos datos recolectados mediante la metodología propuesta en la sección anterior pueden ser usados para estimar abundancia, de nuevo considerando y reconociendo que la detección de organismos es imperfecta, simplemente reemplazando presencia/ausencia por el número de individuos detectados (Royle y Nichols 2003).

3. *Relacionar la ocupación y abundancia de varias especies de aves con variables del paisaje que cambian en el tiempo y en el espacio.*

Debido a que la detección y ocupación pueden a su vez variar con características del entorno, es recomendable proponer como covariables de detección, la hora de inicio del censo, tipo de cobertura vegetal, temperatura durante el censo y precipitación del día anterior al censo. Como covariables de ocupación se proponen tamaño del fragmento (área), distancia a cuerpos de agua, tipo de cobertura vegetal, distancia a otros fragmentos de bosque seco. Los datos colectados se pueden analizar mediante modelos de ocupación de múltiples estaciones (McKenzie et al. 2003).

4. Determinar tendencias en la colonización, extinción y abundancia de varias especies en lugares.

Si el monitoreo se continua por varios años, es posible incluir el año como una covariable de ocupación de manera que se puedan empezar a evidenciar tendencias en la colonización y extinción de cada especie a través del tiempo. Estas tendencias pueden ser utilizadas para identificar que fragmentos funcionan como fuentes y cuales como sumideros.



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



MINAMBIENTE



Programa Paisajes de Conservación

1.2 Resultados esperados

Se espera que a través de este programa de monitoreo se pueda obtener información acerca de la ocupación, abundancia y distribución de las especies focales de aves en los bosques secos del Caribe Colombiano. Esta información, junto con otra información relevante puede ser usada para la toma de decisiones acerca de que fragmentos preservar, que fragmentos conectar y que fragmentos restaurar.

1.3 Literatura citada

Dawson, D. K., Efford, M. G. 2009. Bird population density estimated from acoustic signals. *Journal of Applied Ecology*, 46: 1201-1209.

Franklin, J. F. 1993. Preserving Biodiversity: Species, Ecosystems, or Landscapes? *Ecological Applications* 3: 202–205.

Hanski, I. 1994. A practical model of metapopulation dynamics. *Journal of animal ecology* 151-162.

Hanski, I., & Gilpin, M. E. 1997. *Metapopulation biology*. Academic Press.

Jones, J. P. G. 2011. Monitoring species abundance and distribution at the landscape scale. *Journal of Applied Ecology* 48: 9–13.

Kéry, M., & Schmid, H. 2004. Monitoring programs need to take into account imperfect species detectability. *Basic and Applied Ecology* 5: 65-73.

Levins, R. 1969. Some demographic and genetic consequences of environmental heterogeneity for biological control. *Bulletin of the Entomological Society of America* 15: 237-240.

MacKenzie, D. I., Nichols, J. D., Lachman, G. B., Droege, S., Andrew Royle, J., & Langtimm, C. A. 2002. Estimating site occupancy rates when detection probabilities are less than one. *Ecology* 83: 2248-2255.

MacKenzie, D. I., Nichols, J. D., Hines, J. E., Knutson, M. G., & Franklin, A. B. 2003. Estimating site occupancy, colonization, and local extinction when a species is detected imperfectly. *Ecology* 84: 2200–2207.



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



MINAMBIENTE



Programa Paisajes de Conservación

Pollock, K. H., J. D. Nichols, T. R. Simons, G. L. Farnsworth, L. L. Bailey, and J. R. Sauer. 2002. Large scale wildlife monitoring studies: statistical methods for design and analysis. *Environmetrics* 13:105-119.

Royle, J. A., y Nichols, J. D. 2003. Estimating abundance from repeated presence-absence data or point counts. *Ecology*, 84:777–790.

Yoccoz, N. G., Nichols, J. D., & Boulinier, T. 2001. Monitoring of biological diversity in space and time. *Trends in Ecology & Evolution* 16: 446-453.



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



MINAMBIENTE



Programa Paisajes de Conservación

2 COMPONENTE DE COPRÓFAGOS

Por Alejandro Lopera



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



MINAMBIENTE



Programa Paisajes de Conservación

2.1 ESPECIES OBJETO DE CONSERVACION

El éxito del monitoreo dinámico con un eje principal basado en la funcionalidad de los aislamientos, se debe medir con organismos igualmente dinámicos temporal como espacialmente. La comunidad de escarabajos coprófagos es una comunidad dinámica, con especies con diferentes grados de sensibilidad y de importancia funcional, lo que los hace ideales para estudios de monitoreo a diferentes escalas temporales y espaciales (Spector 2006).

Esta comunidad ha sido usada ampliamente para monitoreos a lo largo de un espectro de ecosistemas con diversos gradientes de disturbio y su respuesta, sola o combinada con otros taxones, ha servido como herramienta para la toma de decisiones a nivel local y regional (Nichols *et al.* 2008). El fuerte de los estudios con este grupo radica en su sensibilidad a los cambios ambientales, aunque esta sensibilidad es exclusiva de las especies, la cantidad y calidad de la información que se obtiene al combinarlas es lo que hace tan útil al grupo como unidad. Hasta el momento no se ha trabajado separando las especies según una serie de criterios. En este trabajo se propone esto por primera vez, pero sin dejar de lado la información adicional que ofrece toda la comunidad como una unidad. La cantidad de datos que se pueden obtener a partir de una medición rápida y eficiente de los atributos de la comunidad no se pueden despreciar.

Por eso a continuación se proponen los criterios que permiten seleccionar un número limitado de especies que por sus atributos e importancia puedan ser consideradas como objetos de conservación, permitiendo evidenciar cambios a corto, mediano y largo plazo en medio de un proceso dinámico de restauración. La variación en las abundancias de estas especies puede ser usada como un reflejo del éxito del aislamiento como un conector funcional en una matriz de potrero con pocos elementos boscosos. Pero no solo se propone evaluar dichos números sino también los atributos de la comunidad. El combinar esa información y añadirla a los resultados de plantas y murciélagos, dará sin duda la información confiable y con rigor científico sobre el éxito o fracaso del establecimiento de los aislamientos.

2.1.1 Criterios de selección de especies objeto de conservación:

Para la selección de especies de escarabajos coprófagos como objeto de conservación se definieron los siguientes criterios:



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



MINAMBIENTE



Programa Paisajes de Conservación

1. ESTABILIDAD TAXONÓMICA

Uno de los mayores problemas al trabajar con insectos es que para muchos de los grupos, la taxonomía no está bien definida y/o hay un número alto de especies nuevas por describir. La taxonomía de los escarabajos coprófagos está en gran medida resuelta a nivel de género, pero aún no hay claridad con un gran porcentaje de especies. En Colombia hay aproximadamente 290 especies identificadas (Medina *et al.* 2001), pero al menos esa misma cantidad sin identificar o describir. Por esto se selecciona este criterio de manera que las especies que se vayan a monitorear sean estables taxonómicamente.

2. FÁCIL RECONOCIMIENTO

Las especies seleccionadas deben ser fáciles de reconocer en campo de manera que una persona sin experiencia pueda identificarlas sin requerir ayuda de un experto en el tema.

3. TAMAÑO

Las especies de tamaños grandes tienden a ser más importantes ecológicamente debido a que pueden remover hasta 100 veces más excremento que las especies pequeñas, así su abundancia sea menor. Si el tamaño de la especie en cuestión es superior a un centímetro, se consideran grandes.

4. SENSIBILIDAD

Se seleccionaran especies con rango de tolerancia baja a los disturbios y con presencia solamente en parches con muy poco disturbio.

5. FRECUENCIA DE COLECTA

Se dará prioridad a las especies raras que puedan estar siendo afectadas en mayor medida por la pérdida del bosque.

6. BIOMASA

La importancia de las especies puede ser medida de diferentes formas, para el caso de los escarabajos, la medida de la biomasa es una representación directa de la importancia de las especies. Especies con un valor de biomasa grande son importantes en la remoción del excremento y posiblemente son las que más usan el recurso, su desaparición de un sistema indica la pérdida de función y de resiliencia. Se dará prioridad a las especies con mayor biomasa dentro de la comunidad.

7. ESTACIONALIDAD:

Este criterio selecciona especies que estén presentes durante las diferentes épocas del año para no tener sesgos de ausencia presencia por variación climática.

8. MOVILIDAD



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



MINAMBIENTE



Programa Paisajes de Conservación

Selecciona especies sin capacidad de cruzar espacios con condiciones inadecuadas o especies que solo se puedan mover por el bosque, no por potreros o áreas abiertas, de manera que encontrarlas en otros parches pueda ser el resultado de desplazamiento por las barreras y no por los corredores.

9. DISPERSIÓN/DISTRIBUCION

Capacidad de movimiento y de colonización. Se le dará prioridad a las especies con baja capacidad de volar y con restricción a bosques en buen estado.

10. FUNCIONALIDAD

La función de los escarabajos está ligada a su tamaño, a la preferencia alimenticia y la forma como realocaliza el excremento. Usando este criterio se busca seleccionar especies principalmente coprófagas, medianas o grandes, con abundantes y pertenezcan o al grupo de rodadores o al de cavadores.

11. SINGULARIDAD GENETICA

Este criterio relaciona la importancia de los endemismos con relación a la taxonomía de la especie. Igualmente establece prioridad para especies con importancia de investigación según los criterios de los investigadores o personas encargadas de estas decisiones en las entidades ambientales. También se considera si es la única especie por género presente en cada departamento.

12. COMPOSICION DE ESPECIES/ RIQUEZA/ DIVERSIDAD ALFA/ DIVERSIDAD BETA (CRITERIOS DE COMUNIDAD)

La importancia de los escarabajos radica más que en unas pocas especies, en información que ofrece toda la comunidad. Por eso observar estos cuatro atributos de la comunidad es importante para poder evaluar en el tiempo como la comunidad varía de acuerdo a los cambios que se presenten en las áreas de estudio.

2.1.2 Especies seleccionadas

A continuación se evalúan las especies de cada una de las localidades para ver su condición de objeto de conservación según los criterios anteriores. El método de puntuación se explica en la tabla 9. Se debe tener presente que las especies seleccionadas se basan en los limitados conocimientos que se tienen hasta el momento y se espera que a medida que se avance en el grupo en Colombia y en particular en la región del Caribe, se puedan añadir nuevas especies o reemplazar las que aquí se sugieren.



Programa Paisajes de Conservación

Hibacharo, Atlántico.

En las tres localidades solo se usaron las especies de las cuales se tenía certidumbre taxonómica para ajustarse al primer criterio de la selección. Para el caso del Hibacharo del número total de especies se seleccionaron 15 especies con identidad confirmada (Tabla 9) y de estas solo 6 fueron escogidas para como objeto de conservación (Tabla 10).

Tabla 9. Especies del departamento del Atlántico y valoración según criterios de selección definidos. 1. Estabilidad taxonómica 2. Fácil Reconocimiento 3. Tamaño 4. Estacionalidad 5. Movilidad 6. Dispersión 7. Singularidad genética 8. Biomasa 9. Frecuencia 10. Sensibilidad 11. Función 12. Habito Cavador[®] /Rodador[®] / Endocóprida (EC). La valoración se realiza si tiene 5 o más afirmaciones entre los criterios 1 al 7 y al menos una suma de triple A entre los criterios 7 al 11. SI* son especies que a pesar de no cumplir con todos los criterios son de importancia y se justifica su inclusión en la lista de objetos de conservación.

	Criterios												Valoración
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<i>Agamopus lampros</i>	Si			Si	Si		Si	A	A		A	C	NO
<i>Canthon juvenus</i>	Si						Si					R	NO
<i>Canthon lituratus</i>	Si						Si					R	NO
<i>Canthon septemmaculatus</i>	Si	Si	Si	Si	Si		Si	A	A	A		R	SI
<i>Coprophanaeus gamezi</i>	Si	Si	Si		Si	Si	Si	A		A	A	C	SI
<i>Deltochilum guildingii</i>	Si	Si	Si		Si	Si	Si	A	A	A	A	C	SI
<i>Digitonthophagus gazella</i>	Si	Si	Si				Si			A	A	C	NO
<i>Eurysternus impresicollis</i>	Si			Si	Si		Si	A	A		A	EC	SI*
<i>Eurysternus mexicanus</i>	Si		Si	Si	Si		Si	A		A		EC	NO
<i>Malagoniella astyanax</i>	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	A	A	A	A	R	SI
<i>Onthophagus landolti</i>	Si			Si			Si	A	A			C	NO
<i>Onthophagus lebasii</i>	Si			Si			Si	A	A			C	NO
<i>Onthophagus marginicollis</i>	Si						Si	A				C	NO
<i>Phanaeus hermes</i>	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	A	A	A	A	C	SI*
<i>Scatimus ovatus</i>	Si			Si	Si		Si					C	NO



Programa Paisajes de Conservación

Tabla 10. Especies seleccionadas para Hibacharo, Atlántico según los criterios definidos.

Espece	Habito	Comentarios
<i>Canthon septemmaculatus</i>	Rodador	Especie mediana, diurna, abundante e importante para la remoción de excremento. De fácil identificación y marcaje. Buena dispersora pero con grado bajo de sensibilidad.
<i>Coprophanæus gamezi</i>	Cavador	Especie grande, con gran movilidad y presente en varios ecosistemas. Única especialista en carroña. Se mueve tanto fuera como dentro del bosque y es importante recicladora de nutrientes al enterrar gran cantidad de este. De fácil identificación.
<i>Deltochilum guidingii</i>	Rodador	Especie grande e importante como recicladora de nutrientes. De fácil identificación. Con vuelo lento y posible baja motilidad pero gran dispersión y amplia distribución.
<i>Eurysternus impressicollis</i>	Endocoprido	Único escarabajo endocóprido seleccionado. De amplia distribución en el Caribe pero restringido a bosques secos. De baja abundancia en esta localidad. Con vuelo lento y poca vagilidad.
<i>Malagoniella astyanax</i>	Rodador	Especie que ha sido propuesta como indicadora para bosques secos (Arias 2009). Fácil de reconocer. Por su tamaño es importante ecológicamente. Este género es monotípico en Colombia. Su capacidad de dispersión es desconocida pero se ha capturado también en la Orinoquia.
<i>Phanaeus hermes</i>	Cavador	Especie con gran vagilidad, generalista, grande, fácil de reconocer y de marcar.



Programa Paisajes de Conservación

San Juan Nepomuceno, Bolívar.

En las tres localidades solo se usaron las especies de las cuales se tenía certidumbre taxonómica para ajustarse al primer criterio de la selección. Para el caso del San Juan del número total de especies (41) se redujo a 27 especies que tenían identidad confirmada (Tabla 11) y de estas solo 11 fueron escogidas como objeto de conservación (Tabla 12).

Tabla 11. Especies del departamento del Atlántico y valoración según criterios de selección definidos. 1. Estabilidad taxonómica 2. Fácil Reconocimiento 3. Tamaño 4. Estacionalidad 5. Movilidad 6. Dispersión 7. Singularidad genética 8. Biomasa 9. Frecuencia 10. Sensibilidad 11. Función 12. Habito Cavadador (C) /Rodador (R) / Endocóprida (EC). La valoración se realiza si tiene 5 o más afirmaciones entre los criterios 1 al 7 y al menos una suma de triple A entre los criterios 7 al 11. SI* son especies que a pesar de no cumplir con todos los criterios son de importancia y se justifica su inclusión en la lista de objetos de conservación.

	Criterios												Valoración
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<i>Agamopus lampros</i>	Si			Si	Si		Si	A	A		A	C	NO
<i>Canthon acutoides</i>	Si							A	A			R	NO
<i>Canthon juvenus</i>	Si						Si					R	NO
<i>Canthon lituratus</i>	Si						Si					R	NO
<i>Canthon septemmaculatus</i>	Si	Si	Si	Si	Si		Si	A	A	A		R	SI
<i>Canthon subhyallinus</i>	Si			Si					A			R	NO
<i>Coprophanaeus corythus</i>	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	A	A	A	A	C	SI
<i>Coprophanaeus gamezi</i>	Si	Si	Si		Si	Si	Si	A		A	A	C	SI
<i>Deltochilum eurymedon</i>	Si	Si	Si	Si	Si	Si		A	A	A		R	SI
<i>Deltochilum guildingii</i>	Si	Si	Si		Si	Si	Si	A	A	A		C	SI
<i>Digitonthophagus gazella</i>	Si	Si	Si				Si			A	A	C	NO



Programa Paisajes de Conservación

<i>Eurysternus caribaeus</i>	Si	Si	Si		Si	Si	Si			A		EC	NO
<i>Eurysternus foedus</i>	Si		Si	Si	Si	Si				A		EC	NO
<i>Eurysternus impressicollis</i>	Si			Si	Si		Si	A	A			EC	SI*
<i>Eurysternus mexicanus</i>	Si		Si	Si	Si		Si	A	A	A		EC	NO
<i>Malagoniella astyanax</i>	Si	A	A	A	A	R	SI						
<i>Onthophagus acumintaus</i>	Si	Si		Si	Si			A				C	NO
<i>Onthophagus crinitus</i>	Si	Si		Si	Si			A	A			C	SI*
<i>Onthophagus landolti</i>	Si			Si			Si	A	A			C	NO
<i>Onthophagus lebasi</i>	Si			Si			Si	A	A			C	NO
<i>Onthophagus marginicollis</i>	Si						Si	A				C	NO
<i>Phanaeus hermes</i>	Si	A	A	A	A	C	SI						
<i>Phanaeus pyrois</i>	Si	A	A	A	A	C	SI						
<i>Scatimus ovatus</i>	Si			Si			Si	A	A			C	NO
<i>Trichillidium pillosum</i>	Si			Si	Si		Si	A	A		A	C	SI*
<i>Uroxys microcularis</i>	Si						Si	A	A			C	NO
<i>Uroxys micros</i>	Si						Si	A	A			C	NO

Tabla 12. Especies seleccionadas para San Juan, Bolívar según los criterios definidos.

Especie	Habito	Comentarios
<i>Canthon septemmaculatus</i>	Rodador	Especie mediana, diurna, abundante e importante para la remoción de excremento. De fácil identificación y marcaje. Buena dispersora pero con grado bajo de sensibilidad.
<i>Coproghanaeus corythus</i>	Cavador	Especie grande, con gran movilidad y presente en solamente en los bosques del caribe. Especialista en carroña. Solo habita dentro del bosque y es importante recicladora



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



MINAMBIENTE



Programa Paisajes de Conservación

		de nutrientes al enterrar gran cantidad de carroña. De fácil identificación.
<i>Coprophanæus gamezi</i>	Cavador	Especie grande, con gran movilidad y presente en varios ecosistemas. Especialista en carroña. Se mueve tanto fuera como dentro del bosque y es importante recicladora de nutrientes al enterrar gran cantidad de carroña. De fácil identificación.
<i>Deltochilum eurymedon</i>		Segundo registro para el país en el Caribe, solo habita bosques secos. De gran tamaño e importante para el reciclaje de nutrientes. Rara. De vuelo lento.
<i>Deltochilum guildingii</i>	Rodador	Especie grande e importante como recicladora de nutrientes. De fácil identificación. Con vuelo lento y posible baja motilidad pero gran dispersión y amplia distribución.
<i>Eurysternus impressicollis</i>	Endocóprido	Único escarabajo endocóprido seleccionado. De amplia distribución en el caribe pero restringido a bosques secos. Abundante en esta localidad. Con vuelo lento y poca vagilidad.
<i>Malagoniella astyanax</i>	Rodador	Especie que ha sido propuesta como indicadora para bosques secos (Arias 2009). Fácil de reconocer. Por su tamaño es importante ecológicamente. Este género es monotípico en Colombia. Su capacidad de dispersión es desconocida pero se capturado en Orinoquia.
<i>Onthophagus crinitus</i>	Cavador	Especie mediana, de distribución restringida. Se desconoce mucho sobre su ecología y distribución.
<i>Phanaeus hermes</i>	Cavador	Especie con gran vagilidad, generalista, grande, fácil de



Programa Paisajes de Conservación

		reconocer y restringida a bosques secos.
<i>Phanaeus pyrois</i>	Cavador	Especie con gran vagilidad, generalista, grande, fácil de reconocer y de marcar. Primer registro para esta región.
<i>Trichillidium pillosum</i>	Cavador	Especie muy pequeña, difícil de reconocer, con hábitos ecológicos desconocidos, posiblemente asociada a ciertos grupos específicos de mamíferos.

Rancharía Zaino, Guajira.

En las tres localidades solo se usaron las especies de las cuales se tenía certidumbre taxonómica para ajustarse al primer criterio de la selección. Para el caso del Rancharía Zaino del número total de especies (12) se redujo a 7 especies que tenían identidad confirmada (Tabla 13) y de estas solo 2 fueron escogidas como objeto de conservación (Tabla 14).

Tabla 13. Especies del departamento del Atlántico y valoración según criterios de selección definidos. 1. Estabilidad taxonómica 2. Fácil Reconocimiento 3. Tamaño 4. Estacionalidad 5. Movilidad 6. Dispersión 7. Singularidad genética 8. Biomasa 9. Frecuencia 10. Sensibilidad 11. Función 12. Habito Cavador (C) /Rodador (R) / Endocóprida (EC). La valoración se realiza si tiene 5 o más afirmaciones entre los criterios 1 al 7 y al menos una suma de triple A entre los criterios 7 al 11.

	Criterios												Valoración
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<i>Canthon juvenus</i>	Si						Si					R	NO
<i>Canthon lituratus</i>	Si						Si					R	NO
<i>Deltochilum guildingii</i>	Si	Si	Si		Si	Si	Si	A	A	A		C	SI
<i>Malagoniella astyanax</i>	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	A	A	A	A	R	SI
<i>Onthophagus landolti</i>	Si			Si			Si	A	A			C	NO



Programa Paisajes de Conservación

<i>Onthophagus lebasii</i>	Si			Si			Si	A	A			C	NO
<i>Onthophagus marginicollis</i>	Si						Si	A				C	NO

Tabla 14. Especies seleccionadas para Barrancas, Guajira según los criterios definidos.

Especie	Habito	Comentarios
<i>Deltochilum guildingii</i>	Rodador	Especie grande e importante como recicladora de nutrientes. De fácil identificación. Con vuelo lento y posible baja motilidad pero gran dispersión y amplia distribución.
<i>Malagoniella astyanax</i>	Rodador	Especie que ha sido propuesta como indicadora para bosques secos (Arias 2009). Fácil de reconocer. Por su tamaño es importante ecológicamente. Este género es monotípico en Colombia. Su capacidad de dispersión es desconocida pero se capturado en Orinoquia.

CONCLUSIONES

En total se proponen 11 especies objeto de conservación para las tres localidades de estudio. De estas solo seis están Hibacharo y solo dos en Ranchería y todas 11 en San Juan (Figura 2). Las especies de las dos primeras localidades son un subconjunto del total de especies de San Juan. Esto se debe principalmente a que la comunidad de escarabajos de este último sitio es mucho más rica y compleja que la de las otras dos localidades, con influencias de elementos húmedos que caracterizan a esa región de los Montes de María, por lo que allí se encontraron especies de escarabajos típicos de bosque seco con elementos de zonas más húmedas como *Canthon sp 01H*, *Onthophagus acuminatus* y *Phanaeus pyrois*.

Es importante notar que del total de 46 especies registradas para las tres localidades, solo 27 fueron confirmadas (65,9%). En esas 19 restantes hay especies importantes ecológicamente como las que pertenecen al género *Dichotomius* o especies raras como las del genero *Pseudocanthon* que merecen especial atención. Es necesario seguir avanzando en la identificación de estas especies para



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



MINAMBIENTE



Programa Paisajes de Conservación

poder completar el listado de especies objeto de conservación, de manera que los programas de monitoreo y seguimiento de estos paisajes puedan eficientemente proteger a estos importantes insectos.

Finalmente hubo especies que son importantes en los bosques del Caribe pero que no fueron colectadas con ninguno de los métodos usados en este proyecto, a pesar que han sido reportadas con anterioridad en trampas de caída con cebo o en trampas de interceptación de vuelo como *Diabroctis cadmus*, *Anomiopus sp* y *Degallieridium sp*. La primera es una especie grande, que recorre grandes distancias y es la que entierra mayor cantidad de excremento de todas las especies reportadas, su ausencia tiene un impacto negativo sobre la diversidad de la región y sobre el rol ecológico del grupo. La segunda especie es una especie indescrita y solo se encuentra en bosques secos del país, por lo que su protección es importante pero necesita que sea descrita para poder incluirla como objeto de conservación. La ultima especie es un caso aún más crítico, solo se encuentra en la Reserva Protectora El Palomar, fue colectada en el 2013 y 2014 pero en este muestreo no se encontró, lo que es altamente preocupante ya que es un nuevo género y especie para el país y posiblemente para el mundo, por lo que su desaparición es una perdida sensible para la riqueza biológica del país.

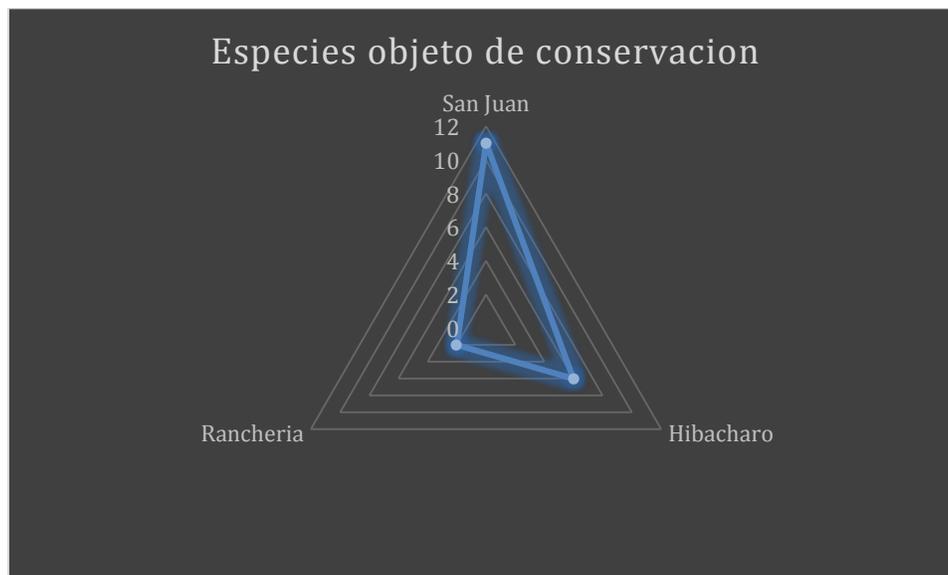


Figura 2. Número de especies objeto de conservación para las tres localidades de estudio.



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



MINAMBIENTE



Programa Paisajes de Conservación

2.2 PROPUESTA DE MONITOREO PARA ESCARABAJOS COPROFAGOS

Para el desarrollo de una metodología de monitoreo para escarabajos coprófagos es importante tener claro además de los valores de diversidad ecológica y de la composición de especies de la comunidad, la importancia ecológica y funcional de esta comunidad (Nichols et al. 2008) con miras a que la selección de atributos de la comunidad y parámetros poblacionales de las especies de escarabajos escogidas permitan evidenciar cambios en la estructura y función de estos, a medida que se recupera o mantiene el área o región evaluada. La propuesta de monitoreo que aquí se presenta se basa en la recientemente publicada por Cultid & Medina (2015) donde los autores proponen tres fases que serán seguidas acá según los resultados obtenidos en este primer levantamiento y la metodología que ya se usó para obtener dichos resultados. A continuación se detallan las fases y su aplicación a la propuesta que acá se presenta.

2.2.1 Fase 1. Selección de sistema:

Las localidades de Hibacharo-Atlántico, San Juan de Nepomuceno-Bolívar y Barrancas-Guajira poseen características similares de cobertura y de procesos de restauración. La cobertura vegetal está definida por bosques secos con diferente grado de conservación que van desde zonas de reserva con vegetación en buen estado hasta zonas de uso donde hay suelos desnudos y matorrales sub-xerofíticos resultado de la pérdida de bosque y sobre pastoreo.

El tipo de estrategia de restauración está basada en el aislamiento de una franja de bosque en el caso de Hibacharo, de una pequeña porción de bosque y pastizales en el caso de San Juan y de bosques secundarios, pastizales con árboles dispersos y suelos desnudos en el caso de Barrancas. Aunque el estado de las coberturas de estos aislamientos es claramente diferente y las extensiones de estos aislamientos es diferente en cada localidad, estos serán considerados los sistemas de estudio. Para evaluar los resultados obtenidos a lo largo del monitoreo estos aislamientos se compararan con las dos coberturas adicionales de Hibacharo y San Juan (zona de uso y zona de reserva) y con la zona de uso de Barrancas. La zona de reserva continuara siendo el control y al cual se apunta a lo largo del proceso como la comunidad a la que se debe llegar o asemejar en los aislamientos. La zona de uso incluye los indicadores negativos de los cuales a los largo del tiempo se debe alejar la zona de aislamiento.

La escala temporal en la que se propone este monitoreo será de al menos cuatro años contando el año inicial de levantamiento de información (Inicio 2015: Final 2018). Este corto periodo hace necesario que los resultados sean altamente informativos y que los cambios o mejoras en las coberturas de cada localidad, en especial de los aislamientos, se reflejen en la comunidad de escarabajos. Adicionalmente se requiere que haya un alto grado de retroalimentación para que se



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



MINAMBIENTE



Programa Paisajes de Conservación

hagan los ajustes año a año de los criterios e indicadores seleccionados para poder lograr una información ajustada a las necesidades del proyecto (Moran et al. 2006). Para esto se propone que el monitoreo este enfocado no solo al seguimiento la comunidad, sino que, considerando el método de colecta con trampas de caída, se tengan en cuenta también los atributos generales de toda la comunidad como riqueza, abundancia y biomasa. Estos atributos son muy importantes pues reflejan el comportamiento funcional de la comunidad. Una vez mejoren aislamientos, su uso por parte de los escarabajos podrá ser evaluado, además de la variación en el tiempo de la comunidad frente al aislamiento o conectividad. Estos dos serán los indicadores claves del éxito de la implementación de las herramientas (de Campos & Finegan 2002, Gomontean et al. 2008).

2.2.2 Fase 2. Metodología de muestreo:

Se realizara un muestreo semestral por tres años en cada una de las coberturas de cada una de las localidades seleccionadas en la fase 1 (6 muestreos en total). En cada una se establecerá un transecto lineal de 10 trampas de caída cebadas con excremento, separadas a lo menos por 50 metros entre sí. Para la ubicación de los transectos se usaran las coordenadas tomadas para cada una de las trampas en este muestreo inicial.

Las trampas consisten de dos vasos plásticos desechables de 16 onzas enterrados a ras del suelo, y llenos hasta la mitad con una solución preservante de agua, jabón y sal (Figura 3) (Larsen & Forsyth 2005). Aproximadamente 30g de cebo se envuelven en un cuadro de gaza de 20cm² y se cuelgan de un extremo de una rama a 10 cm de la boca de los vasos, el otro extremo se entierra al lado de los vasos. Tanto el cebo como los vasos se cubren evitando que se dañen con la lluvia usando un plato de cartón de 20 cm de diámetro soportado por dos palos para pincho.



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



MINAMBIENTE

patrimonio natural
Fondo para la Biodiversidad y Áreas Protegidas

Programa Paisajes de Conservación



Figura 3. Trampa de caída cebada con excremento.

Las trampas serán revisadas cada 24 horas por un periodo de 72 horas. Este tiempo permitió coleccionar en todas las localidades al menos el 95% de las especies esperadas (Figuras 4-6). Durante cada revisión el material coleccionado se almacena en bolsas ziplock que contienen información sobre la cobertura y fecha de colecta, se cambia la solución preservante y se renueva el cebo. La muestra luego se limpia en la estación, donde se separan las morfo especies, se etiquetan y finalmente se llevan al laboratorio para verificar las identificaciones. Esto se hará usando la colección de referencia ya depositada en el Instituto Humboldt lo que permitirá una eficiente confirmación de las identificaciones.



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



MINAMBIENTE



Programa Paisajes de Conservación

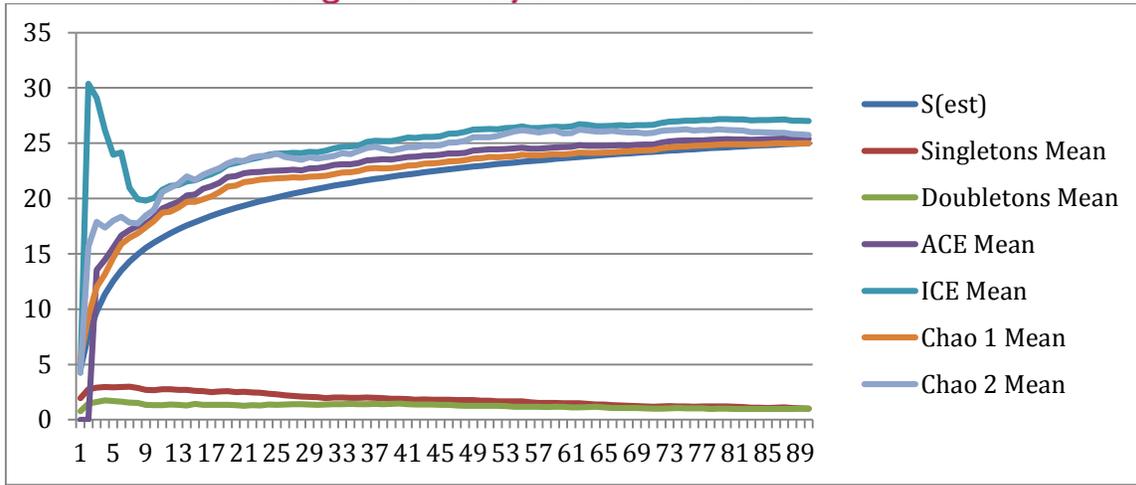


Figura 4. Curva de acumulación de especies para la localidad de Hibacharo usando los índices de incidencia de ICE y CHAO2 y los de abundancia de ACE y Chao 1. Se presentan también los valores de especies con solo uno y dos ejemplares. Número de especies presentes 26 (100% de completitud con los índices ACE, CHAO1 y 2).

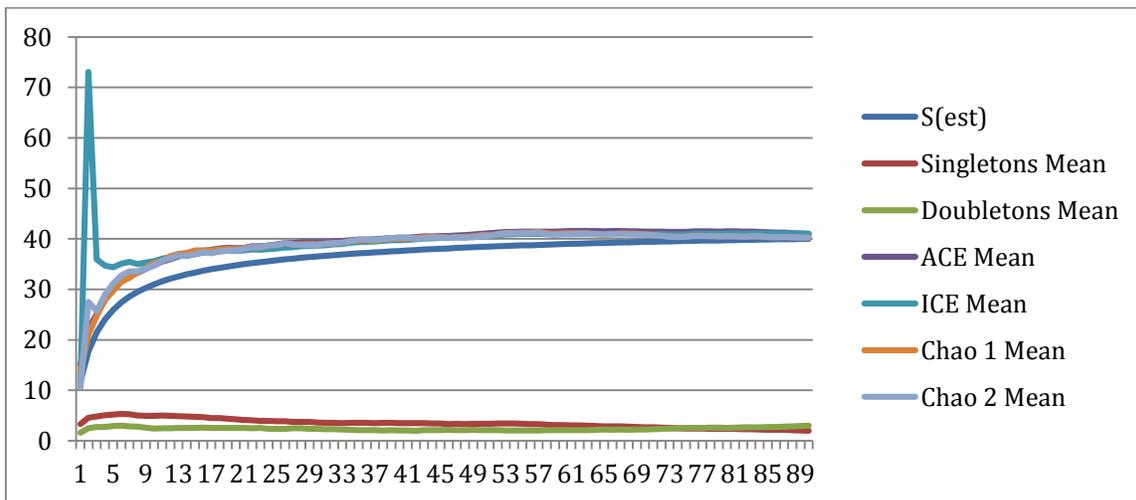


Figura 5. Curva de acumulación de especies para la localidad de San Juan usando los índices de incidencia de ICE y CHAO2 y los de abundancia de ACE y Chao 1. Se presentan también los valores de especies con solo uno y dos ejemplares. Número de especies presentes 41 (100% de completitud con todos los índices).

Programa Paisajes de Conservación

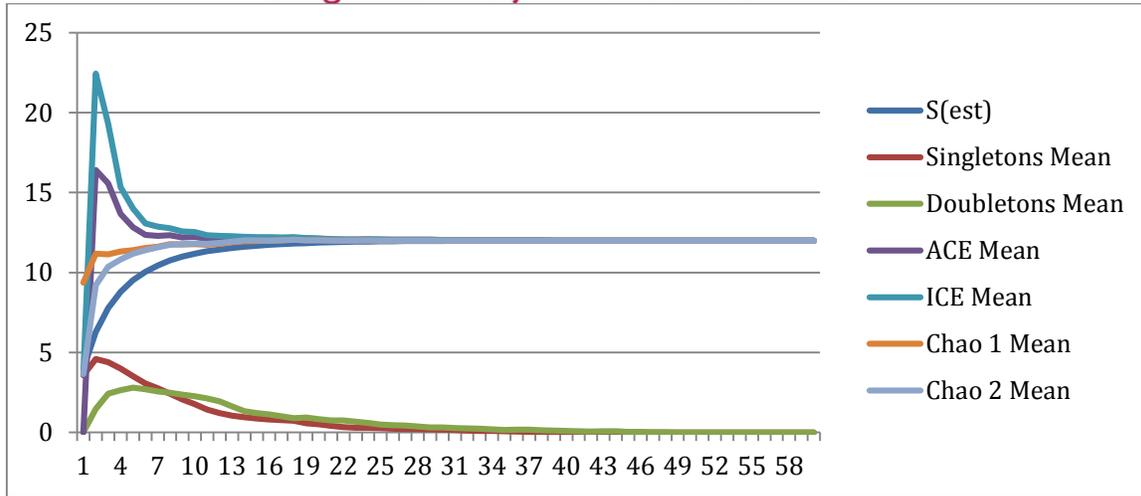


Figura 6. Curva de acumulación de especies para la localidad de Barrancas usando los índices de incidencia de ICE y CHAO2 y los de abundancia de ACE y Chao 1. Se presentan también los valores de especies con solo uno y dos ejemplares. Número de especies presentes 12 (100% de completitud con todos los índices).

Considerando que hubo especies que cayeron solo con cebos adicionales, se propone para cada una de las coberturas de reserva y aislamiento instalar una trampa con los siguientes cebos: carroña de pollo, carroña de insectos y carroña de milpiés.

2.2.3 Fase 3. Implementación del monitoreo:

En esta tercera fase se analizan los criterios seleccionados para evaluar el estado de la comunidad a lo largo del proceso de restauración. Estos criterios son los mismos que se usaron para el análisis de los indicadores sintéticos (Tabla 3) y se añade uno más que permite el análisis de los cambios en los valores de diversidad ecológica (Tabla 15) (Cultid & Medina 2015). Si los coberturas seleccionadas, los métodos de muestreo y los criterios seleccionados se respetan y continúan evaluando en el tiempo se obtendrá una información muy clara y puntual sobre el cambio que los escarabajos coprófagos presentaran una vez que los aislamientos se parecen cada vez más a las reservas, cuyas comunidades son el objetivo y meta como estado ideal de conservación. Estos criterios, sus indicadores y cuantificadores se deben medir para cada evento de muestro buscando registrar los cambios que se den en las comunidades entre coberturas.



Programa Paisajes de Conservación

Tabla 15. Criterio adicional para evaluar la razón de cambio entre las diversidades en las coberturas a lo largo del monitoreo.

Ítem	Nombre	Descripción
Criterio	Diversidad ecológica	Diversidad definida por la distribución de la abundancia/biomasa entre las especies (estructura) que componen los ensambles asociados a cada hábitat o cobertura vegetal (intacta, perturbada o en regeneración)
Indicador	Cambio de la diversidad (°D)	Cambio de la diversidad (°D) a través de los estados de regeneración y con respecto al hábitat o sistema de referencia
Cuantificador	Razón de cambio de diversidad °D	Razón entre la diversidad (°D) de cada momento posterior a la intervención de restauración y la diversidad del hábitat o sistema de referencia. También se puede calcular con respecto al momento inicial

La evaluación de la comunidad a corto plazo en una comunidad de insectos puede tener ruidos implícitos a la variabilidad poblacional de las especies que la componen y no siempre son una respuesta directa a las condiciones de los hábitats donde los habitan. Por lo tanto aunque aquí se sugiere que el monitoreo sea a corto plazo lo ideal es que este se continúe implementado como una parcela “permanente” que permita realmente saber no solo como se están recuperando las comunidades de escarabajos en los aislamientos, sino ir más allá y entender que pasa con estos escarabajos en estos bosques tan amenazados buscando ver si sus poblaciones son viables bajo las condiciones actuales y futuras del bosque seco del Caribe.



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



MINAMBIENTE



Programa Paisajes de Conservación

2.3 Literatura citada

1. Arias, J. 2009. Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de los sistemas de uso en áreas de influencia de la corporación autónoma regional de Sucre (Carsucre). Informe Proyecto “Caracterización de la biodiversidad y de los sistemas de uso en áreas de influencia de la corporación autónoma regional de Sucre (Carsucre)” Instituto de investigación de Recurso biológico Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C. 28pps.
2. Barragán F, Moreno CE, Escobar F, Halffter G, Navarrete D (2011) Negative Impacts of Human Land Use on Dung Beetle Functional Diversity. PLoS ONE 6(3): e17976.
doi:10.1371/journal.pone.0017976
3. Barraza, J., Montes, J., Martínez, N. & Deloya, C. 2010. Ensamblaje de escarabajos coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) del Bosque Tropical Seco, Bahía Concha, Santa Marta (Colombia). Revista Colombiana de Entomología 36(2): 285-291.
4. Camero, E. 2010. Los escarabajos del genero *Eurysternus* Dalman, 1824 (Coleoptera: Scarabaeidae) de Colombia. Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.) 46:147-179.
5. Chao, A. & Jost, L. 2012. Coverage-based rarefaction and extrapolation: standardizing samples by completeness rather than size. Ecology. 93(12) 2533-2547.
6. Cultid, C. & Medina, C. Los escarabajos Coprófagos y su Monitoreo en la Restauración de Ecosistemas en Aguilar-Garavito M. y W. Ramírez (eds.) 2015. Monitoreo a procesos de restauración ecológica, aplicado a ecosistemas terrestres. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá D.C., Colombia. 250 pp.



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



MINAMBIENTE



Programa Paisajes de Conservación

7. Cultid C. A., Medina, C. A., Martínez, B., Escobar, F., Constantino, L. M. y Betancur, N. 2012. Escarabajos coprófagos (Scarabaeinae) del Eje Cafetero: guía para el estudio ecológico. WCS - Colombia, CENICAFE y la Federación Nacional de Cafeteros. Villa María.
8. Escobar, F. 1997. Estudio de la comunidad de Coleópteros coprófagos (Scarabaeidae) en un remante de bosque seco al norte de Tolima, Colombia *Caldasia* 19:419-430
9. González-Alvarado, A. y C. A. Medina. 2015. Listado de especies de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de bosque seco de Colombia. *Biota Colombiana* 16 (1): 36-44.
10. González-Alvarado, A., E. Torres y C. A. Medina. 2015. Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de bosques secos Colombianos de la Colección Entomológica del Instituto Alexander von Humboldt. *Biota Colombiana* 16 (1): 88-95. doi:10.15468/hdfuql
11. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 2013. Escarabajos Coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) de la Colección Entomológica del Instituto Alexander von Humboldt, 18428 Registros, aportados por el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Villa de Leyva, Colombia, En línea http://ipt.sibcolombia.net/iavh/resource.do?r=scarabeidae_iavh, publicado el 13/09/2013.(accedido a través del portal de datos del SIB Colombia,<http://data.sibcolombia.net/datasets/resource/13>, 2015-04-04)
14. Horgan F. 2005. Effects of deforestation on diversity, biomass and function of dung beetles on the eastern slopes of the Peruvian Andes. *Forest Ecology and Management* 216: 117-133.
15. Jiménez-Ferbans, L. W. Mendieta-Otálora, H. García & G. Amat-García. 2008. Notas sobre los escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) en ambientes secos de la región de Santa Marta, COLOMBIA. *Acta Biol. Colomb.* 13: 203 – 208.
16. Jost, L. 2006. Entropy and diversity. - *Oikos* 113: 363–374.
17. Larsen, T. H. and Forsyth, A. (2005), Trap Spacing and Transect Design for Dung Beetle Biodiversity Studies. *Biotropica*, 37: 322–325. doi: 10.1111/j.1744-7429.2005.00042.x
18. Martinez, E. J. & Lopez, R. D. 2011. Ensamblaje de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) en cultivos de banano bajo manejo orgánico en Buritica, Magdalena, Colombia. Tesis Biología. Universidad del Magdalena. 116 pps.



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



MINAMBIENTE



Programa Paisajes de Conservación

19. Martínez, N., H. García², L.A. Pulido, D. Ospino & J. C. Narváez. 2009. Escarabajos Coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) de la Vertiente Noroccidental, Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia *Neot.Entom.* 38(6):708-715.
20. Martínez, N., Munoz, G., Sierra, K. & Barraza, J. 2012. Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) asociados a excrementos de mamíferos en un fragmento de bosque seco Tropical en el Departamento del Atlántico, Colombia. *Ecología Austral.* 22:203-210.
21. Martínez, N., Cañas, L. M., Rangel, J. L., Barraza, J. M., Montes, J. M. & Blanco, O. R. 2010. Coleópteros coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en un fragmento de bosque seco tropical en el departamento del Atlántico, Colombia. *Bol. Mus. Ent. Univ. Valle.* 11(1):21-30.
22. Martínez, N., L. M. Cañas, J. L. Rangel, O. Blanco, J. D. Mendoza & Cohen S. 2010. Coleópteros coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en la Reserva Natural Las Delicias (rnd), Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM), Colombia. *Bol.cient.mus.hist.nat.* 14 (2): 187 – 200.
23. Medina, C.A. & Gonzales, F.A. 2014. Escarabajos coprófagos de la subfamilia Scarabaeinae. En: Pizano, C y H. Garcia (Editores) *El bosque seco tropical en Colombia.* Instituto de Investigacion de Recursos Biologicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogota.DC. Colombia. pgs.194-213
24. Montoya, S., Giraldo, C. & Montoya, J. 2014. Diversidad de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) en tres usos de suelo de fincas ganaderas en el valle del Rio Cesar, Colombia. Tesis Pregrado Biología, Universidad del Valle. 36 pps
25. Navarro, I. L., Román, A. K., Gómez, F. H. & Pérez, H. A. 2011 Listado de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de la serranía de Coraza, Sucre (Colombia). *Rev. Colombiana Cienc. Anim.* 3(2):262-268
26. Nichols E., B. Larsen, S. Spector, L. Davis, F. Escobar, M. Favila y K. Vulinec. 2007. Global dung beetle response to tropical forest modification and fragmentation: a quantitative literature review and meta-analysis. *Biological Conservation* 137: 1-19.
27. Nichols E., S. Spector, J. Louzada, T. Larsen, S. Amezcuita, M. E. Favila y The Scarabaeinae Research Network. 2008. Ecological functions and ecosystems services provided by Scarabaeinae dung beetles. *Biological Conservation* 141 (6): 1461-1474.
28. Noriega A, J. A., C. Solís, F. Escobar S & E. Realpe R. 2007. Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) de la provincia de la Sierra Nevada de Santa Marta. *Biota Colombiana* 8 (1) 77 - 86.



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



MINAMBIENTE



Programa Paisajes de Conservación

29. Rangel-Acosta, J. L., Blanco-Rodriguez, O. R., Gutierrez-Rapalino, B. P. & Martinez-Hernandez, N. J. 2012. Coleópteros coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) asociados a excrementos de mamíferos en la Reserva Natural Luriza (RNL), Departamento del Atlántico, Colombia. Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA) 50: 409-419.
30. RESEARCH NETWORK. 2009. Co-declining mammals and dung beetles: an impending ecological cascade. Oikos 118: 481-487.
31. Villareal H., M. Alvarez, S. Cordoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina y A. M. Umana. 2004. Manual de metodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigacion de Recursos Biologicos Alexander von Humboldt. Bogota D.C.



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



MINAMBIENTE



Programa Paisajes de Conservación

3 COMPONENTE DE QUIRÓPTEROS

Por Hugo Mantilla



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



MINAMBIENTE



Programa Paisajes de Conservación

3.1 Introducción

El Monitoreo biológico es una parte integral de las tareas necesarias para determinar 1) la salud de los componentes ambientales de los sistemas y 2) evaluar los efectos relativos de las actividades humanas sobre los mismos. Es así como, el monitoreo ambiental, biológico y ecológico de los quirópteros, involucra la medición de los efectos positivos o negativos que las actividades de manejo tienen sobre las características funcionales contenidas en la diversidad de estos organismos. En ese sentido, un plan de monitoreo también debe incluir 1) la identificación de los actores que participan en el proceso, 2) la descripción de los elementos que posibiliten su realización; así como 3) los elementos técnicos y herramientas para manejar y conservar las especies de quirópteros y los atributos de su hábitat.

3.2 Los quirópteros buenos bioindicadores de la salud ambiental

Los quirópteros han probado ser bioindicadores sensibles al cambio en las condiciones ambientales. Estos vertebrados, exhiben respuestas definitivas medibles frente a las actividades humanas y su efecto sobre los elementos de estructura y composición de la cobertura vegetal, representadas en cambios en los procesos biológicos de las especies y/o la composición de sus ensamblajes.

Se identifica a los ensamblajes de quirópteros como un buen indicador de la transformación de los ambientes, pues en sí son arreglos funcionales complejos. Los ensamblajes indicadores considerados como óptimos para el monitoreo de la biodiversidad deben comprender varios grupos funcionales, debido a que se espera que taxones ecológicamente divergentes, como ocurre en el caso de los quirópteros presentes en el Bosque Seco Tropical del Caribe colombiano, respondan de una manera diferencial ante los mismos tipos de impactos.

Tanto **Composición**, evaluada en número de especies (Riqueza), como la **Estructura**, determinada por la por características funcionales (Gremios tróficos y ecomorfología alar), demostraron tener respuestas diferenciales durante la elaboración de la línea base de este proyecto frente a tres tipos de manejo de la cobertura vegetal (Aislamiento; Conservación y Uso) para tres nodos, a lo largo de la región, caracterizados por poseer ecologías contrastantes entre sí (Fig. 1).



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



MINAMBIENTE



Programa Paisajes de Conservación

La mejor manera de conectar la diversidad de un grupo taxonómico con las dinámicas de los ecosistemas es a través de las características funcionales de las especies. Un buen descriptor de la funcionalidad de las especies en una comunidad de organismos es su categorización en gremios tróficos, en combinación con los elementos fundamentales de sus estrategias de forrajeo. Para el caso de los quirópteros, teniendo en cuenta que su mecanismo de locomoción principal es el vuelo impulsado, este último aspecto cobra una mayor relevancia, ya que aspectos fisiológicos, morfológicos, y conductuales han sido seleccionados en virtud de la optimización de la consecución y gasto de energía. Aspectos como el tamaño corporal y la envergadura condicionan estrategias de forrajeo y participan decisivamente en la selección del tipo de cobertura en la cual se desarrolla el mismo.

El concepto de gremio es de gran utilidad en estudios ecológicos porque permite agrupar a diferentes especies según sus roles ecológicos que estos desarrollan por medio de un conjunto de adaptaciones similares (Denzinger & Schnitzler 2013). Root (1967) define el término **gremio** como “un grupo de especies que explotan el mismo tipo de recursos ambientales de una manera similar”. Esta definición tiene un componente funcional ya que habla sobre el papel que cumplen un conjunto de especies y que permite organizar más allá de la composición de especies a grupos tan complejos y diversos como los quirópteros. Adicionalmente es importante aclarar que la definición de gremio suele ser confundida con otros términos como comunidad, ensamble y ensamblaje pero se diferencia de estos en que no implica relación filogenética entre las especies. También se diferencia del término comunidad que no implica un uso similar de recursos o hábitats en las especies incluidas (Cultid *et al.* 2012).

Para los quirópteros se han desarrollado varias propuestas de agrupación por gremios, basadas en diferentes atributos de las especies, principalmente su dieta, diferenciando: insectívoros, piscívoros, carnívoros, hematófagos, frugívoros, nectarívoros y omnívoros (Gardner 1977 y Giannini & Kalko 2004). Recientemente, cada una de estas estrategias de alimentación han sido discriminadas de manera más fina de acuerdo al modo de forrajeo de las especies, separando especies de quirópteros que representan: cazadores de insectos al vuelo, de recogida y captura sobre superficies, de arrastre como algunas especies pescadoras; siendo importante también el tipo de hábitat o donde las especies forrajean, que inicialmente clasifican como: limpio, denso y muy denso, ó más recientemente categorizado como: abierto, de borde o angosto (Gardner 1977, Kalko & Schnitzler 1998 y Denzinger & Schnitzler 2013).

Tradicionalmente los estudios que se han realizado en Colombia han utilizado el término gremio desde la perspectiva trófica, diferenciando las especies de acuerdo a su dieta (Muñoz-Arango 1990, Sánchez-Palomino *et al.* 1993, Estrada-Villegas *et al.* 2010, Ríos & Pérez 2015). En nuestro análisis, a pesar de ser la menos elaborada hemos también incluido esta primera aproximación con la



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



MINAMBIENTE



Programa Paisajes de Conservación

finalidad de que los resultados acá obtenidos sean comparables con los de trabajos previos realizados a nivel nacional; se agruparon las especies registradas por coberturas y por localidad según su dieta.

Teniendo en cuenta lo anterior, para este informe, se proponen a la composición y estructura de la comunidad de quirópteros como variables relevantes intrínsecamente relacionadas con la salud de los ecosistemas y dependientes de manejos diferenciales, como fundamentales en el establecimiento de un programa de monitoreo de restauración y/o conectividad, en el contexto específico del Bosque Seco Tropical del Caribe de Colombia. Como procesos focales, se proponen a la dispersión de semillas, llevada a cabo por las formas frugívoras; y a la polinización, efectuada por las formas nectarívoras, como bioindicadores directamente dependientes de cambios en la cobertura vegetal.

3.3 Temporalidad y polaridad de los procesos y necesidad de la elaboración de líneas base

Los programas de monitoreo son en sí un seguimiento en el tiempo sobre la variación de atributos y dinámicas de la diversidad frente a unos procesos de manejo; es por esto que, deben primero documentar las condiciones iniciales o determinar un punto cero o punto de partida del seguimiento. En muchas ocasiones, la determinación de condiciones iniciales se establece de acuerdo a la elaboración de líneas base, tanto de las áreas naturales, como de las áreas humanas adyacentes en paisajes alterados, lo que es particularmente necesario en el caso del Bosque Seco Tropical del Caribe Colombiano.

Estas diferentes líneas base de datos son necesarias para estimar el impacto, positivo o negativo, que las acciones de conservación, manejo y/o restauración, que se encuentren en marcha o que se desarrollen en el tiempo, tienen sobre la biodiversidad contenida en el componente de quirópteros y/o los procesos humanos de las comunidades involucradas. De otra parte, las líneas bases nos permiten el desarrollo de hipótesis explícitas, verificables sobre el tipo, dirección y dimensión de los cambios (Murphy 1990; Murphy & Noon 1991). Las líneas base nos permiten además identificar entre aquellas variaciones experimentadas por los ensambles de murciélagos como respuestas a fluctuaciones naturales del ambiente, de aquellas respuestas relacionadas con las actividades antropogénicas, y de esta manera poder direccionar las acciones en pro de las metas propuestas.

El cuidado sobre la calidad de la establecimiento de las líneas base durante el diseño del monitoreo experimental, así como, la selección de los indicadores y finalmente, el desarrollo de las hipótesis,



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



MINAMBIENTE



Programa Paisajes de Conservación

permitirán establecer una diferenciación entre resultados significativos y no significativos de las acciones de conservación.

3.4 Necesidad de modelos multiescalares en los programas de monitoreo

En la elaboración de un programa de monitoreo, como lo menciona Noss (1990), la selección de indicadores debe indefectiblemente direccionarnos a elementos que colectivamente representen varios niveles de organización (poblaciones, especies, comunidades, ecosistemas y paisajes) y que en cada uno de estos niveles existan parámetros medibles desde las perspectivas estructurales, de composición y funcionales de los arreglos de individuos y/o especies. Esta visión multiescalar asegura la percepción de las respuestas de los ecosistemas a nivel de paisaje frente al efecto de la afectación humana. Se propone la implementación de un análisis de las variables seleccionadas como indicadoras a diversos niveles.

- Nivel regional, usando metodologías que involucran sistemas remotos (sistemas de información geográfica) en la generación de modelos de distribución de especies y atributos de los ecosistemas (e. g. coberturas vegetales).
- Escala del paisaje, rastreando procesos focales (dispersión y polinización, conflicto hombre-murciélago).
- Ecosistemas, monitoreo de biodiversidad e impactos.
- Comunidad, monitoreo de biodiversidad e impactos.
- Ensamblajes, monitoreo de biodiversidad e impactos.
- Especies, monitoreo de impactos.
- Poblaciones, monitoreo de impacto.

3.5 Tipos de monitoreo: Monitoreo de Biodiversidad y Monitoreo del Impacto

En este informe recomendamos dos tipos de monitoreo: 1) Monitoreo de los cambios generales de diversidad de los quirópteros a diferentes escalas, así como de acuerdo a la selección de arreglos indicadores en los ensamblajes de murciélagos, y especies de quirópteros indicadoras, al que llamaremos **Monitoreo de Biodiversidad**; y 2) Monitoreo relacionado con el seguimiento de aquellas actividades humanas que tienen efecto sobre especies focales o sobre procesos focales, al que llamaremos **Monitoreo del Impacto**.

Los dos tipos de monitoreo requieren de un riguroso diseño experimental que permita la evaluación verdadera de los efectos de las acciones humanas y los planes de restauración sobre los atributos seleccionados como indicadores. Como se mencionó, este diseño debe necesariamente involucrar



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



MINAMBIENTE



Programa Paisajes de Conservación

el seguimiento de los elementos propuestos a diversas escalas y en la escala mayor (local) ser adelantado en al menos las tres áreas de manejo que se contemplaron el desarrollo de este proyecto: Zonas de Uso; Zona de Aislamiento y Zonas de Conservación.

3.5.1 Monitoreo de Biodiversidad

El monitoreo de biodiversidad sigue cambios generales en la composición de las comunidades, los cuales se consideran dependientes de la salud ambiental, dando peso al seguimiento de cambios amplios en biodiversidad.

Esta aproximación plantea el monitoreo de arreglos de especies en lugar de especies individuales que son objeto de manejo, lo que permite la identificación de efectos de orden secundarios (e. g. competencia, desplazamiento de nicho) que resultan como subproductos de actividades a escala del paisaje. Se entiende que, en general, los efectos de orden secundario son difíciles de predecir, siendo así que, la selección *a priori* de especies focales para evaluar estos efectos es muy raramente posible, justificando el uso de metodologías generales de monitoreo.

Este tipo de metodología cobra importancia ya que una de las metas del monitoreo de la biodiversidad es proveer a los tomadores de decisiones con datos cuantitativos sobre las respuestas en biodiversidad ante acciones modificadoras de los elementos del paisaje, planteando una comparación sobre el antes y el después de la implementación de planes de manejo y/o conservación, así como, datos cualitativos sobre si los efectos de las acciones tomadas fueron positivos o negativos.

Cuando tendencias similares son observadas en varios taxones de quirópteros en aparente respuesta al efecto de variaciones naturales y/o actividades humanas, un experto puede inferir causas y efectos para demostrar la estabilidad o la variación de las condiciones ambientales, permitiendo así generar alertas cuando un cambio significativo se esté manifestando (Collins & Thomas 1991; di Castri et al. 1992; Kremen et al 1994).

Según demuestran nuestros resultados sobre la evaluación de la diversidad de quirópteros en la elaboración de la línea base, los arreglos de murciélagos presentaron una respuesta diferencial frente a las acciones de manejo implementadas en los tres nodos analizados, para las tres alternativas de manejo implementadas: Zonas de Aislamiento, Conservación y Uso. Lo anterior apoya la idea de que la implementación del método de **monitoreo de biodiversidad** sobre arreglos de especies de quirópteros confiere una alta sensibilidad y robustez a un programa de monitoreo para las características del área de estudio.



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



MINAMBIENTE



Programa Paisajes de Conservación

Cambios en el estatus de indicadores de diversidad para los quirópteros son de relativa fácil identificación y cuantificación (presencia y abundancia de especies en un arreglo; proporción de grupos funcionales en el arreglo, así como, salud de individuos y poblaciones), proveyendo así, advertencias tempranas frente a cambios del ambiente.

Se recomienda que los ensamblajes de quirópteros sean pre-muestreados con la finalidad de evaluar la sensibilidad de los mismos en respuesta al disturbio a través del desarrollo de líneas bases sólidas que a su vez, sean realizadas tanto a través gradientes naturales (gradientes biogeográficos y ecológicos) como aquellos gradientes producto de la actividad humana (zonas con diferentes tipos de manejo). Por la importancia que conlleva, el desarrollo de líneas base, este proceso debe ser dirigido por expertos que orienten sobre fuentes de información, herramientas de captura de datos, al tiempo que provean a las mismas de una solidez técnica y conceptual.

Ante la ausencia de muestreos sistemáticos de quirópteros con cobertura amplia (regional) se sugiere el uso de información derivada de bases de datos confiables, es decir soportadas por material museológico que permita falsear las hipótesis taxonómicas y de distribución de las especies. Para el caso particular del presente estudio se generó una geobase de datos de quirópteros del Caribe colombiano, basada en la revisión exhaustiva de la literatura disponible y el análisis de 8970 registros museológicos derivados de cinco colecciones científicas, correspondientes a 104 especies de las 115 especies reportadas en la lista comprensiva de mamíferos colombianos producida por Solari et al. (2013). La literatura científica reporta 72 especies confirmadas para los territorios de los tres departamentos cubiertos en nuestros muestreos. Al menos 41 especies de quirópteros, de presencia potencial en el Caribe colombiano corresponden a especies con distribución sugerida para todo el territorio colombiano. Solo una especie de murciélago está únicamente reportada en la literatura científica con exclusividad para el departamento de Atlántico; tres especies cuentan con datos verificados solo para el departamento de Bolívar; y siete especies están únicamente reportadas con exclusividad para el departamento de La Guajira.

Conexión entre diversidad y ambiente

De otra parte, las asociaciones entre especies de quirópteros y/o grupos funcionales de quirópteros (e. g. gremios tróficos) y tipos específicos de hábitats (e. g. zonas específicas de manejo, coberturas vegetales) pueden ser establecidas, permitiendo una interpretación informada de las tendencias a ser monitoreadas, lo que le provee un mayor valor predictivo.

El aumento significativo en abundancia documentado para un grupo funcional como por ejemplo los murciélagos hematófagos puede ser interpretado como una señal de disturbio fuerte.



Programa Paisajes de Conservación

Tradicionalmente, los programas de monitoreo se enfocan en un número reducido de especies sobre las que se elaboran agendas de manejo. La ventaja del **monitoreo de biodiversidad** es que permite la evaluación de la respuesta ecológica de múltiples organismos con diferentes historias de vida y características ecológicas, como lo son los quirópteros. Este tipo de aproximación no determina las respuestas específicas de especies focales, como pueden ser especies bandera o sombrilla y en ese sentido el monitoreo de biodiversidad ayuda a establecer un límite en la interpretación del seguimiento de cambios de especies focales, lo que puede constituir un serio sesgo.

Tabla 1. Programa de monitoreo de biodiversidad propuesto para el componente de quirópteros

Tipo de monitoreo: Biodiversidad	Indicador	Método	Escala espacial	Nivel Jerárquico
Riqueza	Número total de especies	Muestreos	Caribe (Nivel regional) Resolución local	Comunidad, ensamblajes
Composición	Tipos de ensamblaje	Muestreo	Caribe (Nivel regional) Resolución local	Comunidad, ensamblajes
Especies dispersoras de semillas	Número de especies	Muestreo	Caribe (Nivel regional) Resolución local	Gremio
Especies polinizadoras	Número de especies	Muestreo	Caribe (Nivel regional) Resolución local	Gremio
Especies insectívoras	Número de especies	Muestreo	Caribe (Nivel regional) Resolución local	Gremio
Especies bioindicadoras de calidad ambiental	Número de especies	Muestreo	Caribe (Nivel regional) Resolución local	Especie, Poblaciones

3.5.2 Monitoreo de los impactos

A diferencia del monitoreo de diversidad, el **monitoreo del impacto** en los quirópteros se enfoca tanto en los recursos como en los procesos ecológicos que se encuentran directamente relacionados, o cuyas variaciones están directamente condicionadas por los efectos de las acciones de manejo.

Muchas de las áreas naturales se pueden considerar, hoy en día, como islas inmersas en la matriz de transformación humana del paisaje (Harris 1984). Las acciones de manejo influyen la



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



MINAMBIENTE



Programa Paisajes de Conservación

distribución y cantidad de áreas con diferentes tipos de manejo, así como potencialmente influyen las relaciones entre los humanos y la naturaleza. Es de este modo que el balance entre las áreas protegidas y las zonas disturbadas por procesos antropogénicos, influencia de muchas maneras los fenómenos ecológicos modeladores de la diversidad, incluyendo la fragmentación, el efecto de borde, la invasión de áreas naturales por especies exóticas, y la regeneración de las comunidades naturales; así como también procesos ecosistémicos tales como: los ciclos de nutrientes y agua, los flujos de energía, y la estabilidad y productividad de los suelos, entre otros.

De otra parte, el desarrollo de estrategias de conservación y/o manejo afecta también actividades tradicionales en los pobladores locales como la cacería, la pesca y la recolección. El monitoreo de impactos entonces se concentra sobre el seguimiento de aquellas actividades que se identifican como mayores agentes transformadores, o que tienen mayor influencia sobre las dinámicas entre las especies.

En el desarrollo de muchos proyectos, los impactos pueden ser monitoreados en áreas de amortiguamiento de zonas con diferentes tipos de uso. En un proyecto de **monitoreo de impacto** se recomienda de manera especial, que dichas zonas de amortiguamiento sean áreas que estén en la frontera entre el desarrollo y la conservación y que el monitoreo sea realizado para la mayor cantidad de áreas con diferentes tipos de manejo.

Es en este sentido que para la implementación de un monitoreo del impacto se precisa de la integración de información tanto de conservación como de desarrollo. Programas comprensivos de **monitoreo de impacto** deben examinar el efecto de un set variado de actividades humanas sobre la salud de los sistemas.

Pero hay que considerar que es una realidad que solo un número muy limitado de programas de monitoreo poseen los recursos suficientes para cubrir un amplio set de variables, por lo que un plan de acciones debe incluir el seguimiento de procesos focales que sean pertinentes, de acuerdo a los principales problemas ambientales a nivel regional y/o local.



Programa Paisajes de Conservación

Tabla 2. Programa de **monitoreo de impacto ecológico** propuesto para el componente de quirópteros

Tipo de monitoreo: Impacto	Indicador	Método	Locación	Nivel Jerárquico	Impacto en biodiversidad
Fragmentación	Área de bosque seco tropical	Sistemas remotos y Sistemas de información geográfica (SIG)	Caribe (Nivel regional) Resolución local	Paisaje	Pérdida de la interconectividad entre poblaciones
Efecto de Borde	Perímetro, Número de especies de borde	Sistemas remotos y Sistemas de información geográfica (SIG)	Análisis de fragmentos seleccionados en áreas definidas	Paisaje	Pérdida de la diversidad de especies de bosque, aumento de especies de borde
Destrucción de refugios	Número de refugios	Identificación in situ de refugio	Áreas definidas	Hábitats	Descenso en abundancia y riqueza de especies
Ganadería	Número de cabezas de ganado	Censos ganaderos	Caribe (Nivel regional) Resolución local	Paisaje	Aumento en proporción de especies hematófagas. Disminución de abundancia y diversidad de especies de bosque
Agricultura	Área destinada a agricultura	Sistemas remotos y Sistemas de información geográfica (SIG)	Caribe (Nivel regional) Resolución local	Paisaje	Pérdida de la interconectividad entre poblaciones Descenso en abundancia y riqueza de especies
Dispersión de semillas	Número de especies de frugívoras; abundancia de individuos frugívoros; número de especies de plantas consumidas; abundancia de semillas de especies en las heces.	Muestreos e análisis en laboratorio; seguimiento a la fenología de las especies vegetales.	Caribe (Nivel regional) Resolución local	Hábitats	Descenso en abundancia y riqueza de especies de murciélagos, como de especies vegetales.
Polinización	Número de especies de nectarívoras;	Muestreos e análisis en laboratorio;	Caribe (Nivel regional) Resolución local	Hábitats	Descenso en abundancia y riqueza de especies de



Programa Paisajes de Conservación

	abundancia de individuos nectarívoros; número de especies de plantas visitadas; carga polínica evaluada por especies.	seguimiento a la fenología de las especies vegetales.			murciélagos, como de especies vegetales.
--	---	---	--	--	--

Hipótesis de biodiversidad

Los programas de monitoreo permiten la elaboración y la prueba de hipótesis concernientes presencia, la naturaleza, la dirección y la dimensión de cambios en los atributos de la diversidad relacionados con la variabilidad en tipos de manejo. Para el componente de quirópteros las hipótesis generales presentadas deben ser similares a las siguientes propuestas:

- (1) Ho: No existen diferencias en biodiversidad (medida como la composición y estructura de los ensamblajes de quirópteros) entre áreas manejadas y áreas no manejadas.
- (2) Ho: No existen diferencias en biodiversidad (medida como la composición y estructura de ensamblajes focales, gremios particulares) entre áreas manejadas y áreas no manejadas a lo largo del tiempo.

Lista de acciones generales a ser adelantadas en la elaboración de un programa de monitoreo para el componente de quirópteros

- Muestreos en campo de la diversidad de quirópteros, utilizando el mayor número posible de metodologías de documentación y en el mayor número de áreas con manejos diferenciales.
- Generación de una lista de especies que represente la diversidad de quirópteros del Caribe colombiano, sustentada por material museológico.
- Identificación de la diversidad local, a través de muestreos sistemáticos que cubran los períodos climáticos más contrastantes.
- Identificación de los atributos funcionales de la diversidad de quirópteros. Modelo sugerido: gremios tróficos ecofuncionales.
- Generación de modelos de distribución de la diversidad de quirópteros.



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



MINAMBIENTE



Programa Paisajes de Conservación

- Generación de un modelo sintético de riqueza. Este modelo permite analizar los patrones de disponibilidad ecológica que darán pautas sobre rutas de interconectividad.
- Generación de un modelo sintético de composición de especies de quirópteros.
- Identificación de áreas prioritarias de concentración de la diversidad de quirópteros.
- Toma de datos básicos de atributos de la cobertura vegetal, e Identificación de atributos asociados a los patrones de diversidad de quirópteros.
- Identificación de especies bioindicadoras de procesos relacionados con la restauración de la cobertura vegetal y los elementos funcionales de la diversidad del bosque tropical (especies frugívoras, especies nectarívoras, formas animalívoras consumidores tope de bosques conservados).

Monitoreo especies focales

- Identificar especies focales de quirópteros de acuerdo a sus atributos de historia de vida y atributos funcionales.
- Estudiar el uso de hábitat, refugios en el área de estudio, requerimientos alimenticios, recursos utilizados y distribución de los mismos y patrones de movimiento de la especie en cuestión, así como su área de distribución.
- Monitoreo de la dinámica y estructura poblacional de esta especie.
- Monitoreo de la dinámica reproductiva.

Especies focales de interés en el monitoreo de la restauración de los sistemas naturales en el Bosque Seco Tropical del Caribe de Colombia

Como se anotó, la designación de especies focales independiente del grupo en cuestión, es una tarea compleja que solo puede ser realizada cuando existen datos de campo que permitan interpretar como el legado evolutivo que ha seleccionado atributos particulares en una especie, es expresado en contextos específicos.

En ese sentido los atributos funcionales de las especies de quirópteros reportados en la literatura deben ser evaluados en campo e interpretados cuidadosamente para cada contexto particular. Es decir, verificar, por ejemplo, si la dieta designada en literatura para una especie, en realidad es exhibida en el contexto del área, los sistemas o zonas con diferente tipo de manejo que se estudian. Es parsimonioso entender que, bajo condiciones extremas como lo pueden ser la combinación entre las exigencias ecológicas naturales del Bosque Seco, así como los altos grados de alteración de las



Programa Paisajes de Conservación

coberturas naturales, las especies pueden modificar significativamente su comportamiento y fisiología, obligándonos a realizar una validación previa de sus atributos funcionales, en el contexto de las áreas y procesos que pretender ser monitoreados. Se han evidenciado modificaciones significativas en las estrategias alimenticias de ciertos grupos funcionales de quirópteros, que se manifiestan bajo condiciones extremas (e. g. especies típicamente nectarívoras, que principalmente se alimentan de frutos). De la misma manera, hay que ser cuidadosos con la asignación de estatus de rareza y/o salud de las poblaciones naturales basados únicamente en datos de la literatura. Puede ocurrir, que especies consideradas comunes y resilientes a la transformación en otros tipos de coberturas naturales a lo largo de su distribución, puedan ser muy sensibles a las condiciones extremas que caracterizan el paisaje asociado al Bosque Seco en el Caribe colombiano, siendo localmente poco frecuentes o manifestando bajas abundancias.

Para el caso particular de la designación de especies focales murciélagos de acuerdo a criterios funcionales, se considera que: 1) todas las formas de quirópteros presentes en el Bosque Seco Tropical del Caribe de Colombia, aportan como bioindicadores sensibles a la modificación de la cobertura vegetal; y 2) que la designación de especies focales indicadoras de procesos relacionados con el manejo de la cobertura vegetal, debe ser realizada únicamente teniendo en cuenta las especies documentadas en la línea base de los proyectos, permitiendo así que los criterios utilizados en la designación de un taxón como grupo focal a ser monitoreado, hayan sido sustentados por observaciones directas del comportamiento de las especies en el contexto específico que se estudia. Se presenta una tabla que contiene las 25 especies de quirópteros documentadas para los tres nodos estudiados en el Caribe colombiano, en la que se incluye el tipo de proceso o contexto para el cual, una especie particular puede ser utilizada como bioindicadora sensible (Tabla XX).

Tabla 3. Especies designadas como bioindicadores sensibles para el monitoreo de procesos de conservación, restauración, y/o conectividad en paisajes asociados al Bosque Seco Tropical del Caribe Colombiano.

Espece focal designada	Gremio trófico	Nodo en el que fue evaluada	Indicadores de un procesos de	Atributo a ser monitoreado	Tipo de manejo del área donde principalmente se documentó la especie (Abundancia)
<i>Desmodus rotundus</i>	Hematófago	Hibácharo San Juan Hatónuevo	Transformación de la cobertura natural en potreros para el levantamiento de cabezas de	Presencia en los ensamblajes; Número de individuos (dinámica poblacional)	Aislamiento Uso



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



MINAMBIENTE

patrimonio natural
Fondo para la Biodiversidad y Áreas Protegidas

Programa Paisajes de Conservación

			ganado vacuno y caprino		
<i>Carollia castanea</i>	Frugívoro	Hibácharo	Áreas caracterizadas por una transformación de la cobertura natural en áreas con agricultura a bosques secundarios	Presencia en los ensamblajes; Número de individuos	Aislamiento Uso
<i>Carollia perspicillata</i>	Frugívoro	Hibácharo	Áreas caracterizadas por una transformación de la cobertura natural en áreas con agricultura a bosques secundarios	Presencia en los ensamblajes; Número de individuos	Aislamiento Uso
<i>Sturnira luisi</i>	Frugívoro	Hibácharo;	Áreas caracterizadas por una transformación de la cobertura natural en áreas con agricultura a bosques secundarios	Presencia en los ensamblajes; Número de individuos; contenido de semillas en heces	Aislamiento Uso
<i>Sturnira tildae</i>	Frugívoro	Hibácharo;	Áreas caracterizadas por una transformación de la cobertura natural en áreas con agricultura a bosques secundarios	Presencia en los ensamblajes; Número de individuos; contenido de semillas en heces	Aislamiento Uso
<i>Trachops cirrhosus</i>	Animalívoro	Hibácharo;	Bosques con cobertura de dosel igual o superior a 24%; buen estado de conservación a bosques en recuperación	Presencia en los ensamblajes; Número de individuos	Conservación
<i>Micronycteris megalotis</i>	Insectívoro de sotobosque	Hibácharo Guajira	Bosques con cobertura de dosel igual o superior a 24%; buen estado de	Presencia en los ensamblajes; Número de individuos	Aislamiento Conservación



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



MINAMBIENTE



Programa Paisajes de Conservación

			conservación a bosques ó sistemas en recuperación		
<i>Uroderma convexum</i>	Frugívoro	San Juan	Áreas caracterizadas por una transformación de la cobertura natural en áreas con agricultura a bosques secundarios; y/o bosques en proceso de recuperación	Presencia en los ensamblajes; Número de individuos; contenido de semillas en heces	Uso Aislamiento Conservación
<i>Lophostoma sylviculum</i>	Insectívoro de sotobosque	San Juan	Bosques con cobertura de dosel igual o superior a 24%; buen estado de conservación a bosques en recuperación	Presencia en los ensamblajes; Número de individuos	Aislamiento Conservación

Programa Paisajes de Conservación

DIAGRAMA DE FLUJO DE ACCIONES Y PRODUCTOS Y VARIABLES A IDENTIFICAR

